

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



Espigões Intrarradiculares
– Uma Revisão da Literatura –

Carolina Pinto Santos

Dissertação
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2015

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



Espigões Intrarradiculares
– Uma Revisão da Literatura –

Carolina Pinto Santos

Dissertação orientada pela Dr.^a Catarina Coito e
co-orientada pelo Prof. Doutor Alexandre Cavalheiro

Dissertação
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2015

"Adoramos a perfeição, porque não a podemos ter; repugná-la-íamos se a tivéssemos. O perfeito é o desumano porque o humano é imperfeito."

Fernando Pessoa

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à minha orientadora Dr.^a Catarina Coito, por todo o apoio e disponibilidade mas também pelo rigor e perfeccionismo que me exigiu, e que me permitiu alcançar este objetivo.

Aos meus pais, Abílio e Maria João, e ao meu irmão Duarte, pelo amor com que sempre me brindaram e por todas as palavras de apoio, que me permitiram ser o que sou hoje. Espero deixar-vos orgulhosos hoje e sempre!

A toda a minha família, o meu agradecimento por estarem presentes em todos os momentos da minha vida e me apoiarem incondicionalmente. À minha avó Lena, por tudo o que me ensinaste e pela saudade com que me deixaste...

Ao David João, tenho em ti mais que um amigo, um pilar. Obrigada por estares sempre disponível para mim e por tornares a minha vida melhor!

À minha dupla, Patrícia Quaresma, ao teu lado cresci, e tornei-me uma pessoa melhor em todos os níveis. Agradeço-te por toda a amizade, companheirismo, trabalho mas sobretudo por me deixares partilhar contigo estes cinco anos.

Aos amigos, que em todos os momentos estiveram do meu lado. Aos que apesar da distância me fazem feliz e que me completam; mas também a todos os novos amigos que fiz em Lisboa e que se tornam tão íntimos. Um obrigada especial à Fátima Pereira, Adriana Teixeira, Rita Morão, Luana Amorim, João Rodrigues, Fábia Alexandre, Joana Matos e Rita Pinguinhas por se terem cruzado no meu caminho. Isto não acaba agora!

À Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, enquanto instituição de ensino e ao seu conjunto de professores e funcionários que permitem a formação de profissionais de rigor e qualidade e que me permitiu levar para a vida tantas pessoas e momentos.

Resumo:

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um tema controverso, visto que a opção sobre qual a melhor abordagem está intimamente ligada a indicações e critérios pouco específicos. No entanto, deve ser considerada a morfologia dentária, a posição e função do dente na arcada, tal como a estrutura dentária remanescente, cuja perda se deve, sobretudo, a lesões de cárie e/ou trauma.

O objetivo desta revisão bibliográfica é sistematizar as opções de espigões intrarradiculares e posterior reabilitação, incluindo os principais fatores que influenciam o seu prognóstico.

A utilização de espigões intrarradiculares tem como principal função a retenção de um núcleo capaz de suportar a reabilitação final planeada num dente onde a estrutura remanescente, por si só, não permita essa retenção. No entanto, a preparação e colocação de um espigão podem debilitar a estrutura radicular. É de extrema importância a existência de efeito férula para melhorar a estabilidade e a resistência à rotação.

Os espigões devem obedecer a parâmetros de comprimento e diâmetro e podem classificar-se em espigões fundidos e pré-fabricados, os quais, por sua vez, se subdividem de acordo com a sua forma e tipo de material.

A cimentação, dos espigões constitui outro dos parâmetros que vai influenciar o sucesso a longo prazo dos dentes tratados endodonticamente.

Todos os espigões apresentam vantagens e desvantagens, tal como uma percentagem de insucesso associada. Porém, independentemente das características do espigão escolhido, existem fatores, como a estrutura dentária remanescente e efeito férula que têm mais influência no sucesso a longo prazo da reabilitação.

Palavras-chave:

- Espigões intrarradiculares
- Dentes tratados endodonticamente
- Resistência à fratura
- Reabilitação

Abstract:

Restoration of endodontically treated teeth is a controversial topic, the best approach is closely linked to information and little specific criteria, however, the dental morphology should be considered, the position and tooth function in the arcade, as the remaining tooth structure, whose loss was mainly due to caries and/or trauma. The purpose of this literature review is to systematize the intraradicular posts options and subsequent rehabilitation, including the main factors influencing the prognosis.

The use of an intraradicular post has as main function to retain a core able to withstand the final planned rehabilitation, where a tooth remnant structure, by itself, does not allow this retention. However, the preparation and placement of a post can weaken the root structure. It is of extreme importance the existence of ferrule effect to improve the stability and resistance to rotation.

The posts should respect the parameters of length and diameter and can be classified into cast and prefabricated posts which, in turn, are further divided according to their shape and material.

The post cementing is another parameter that will influence the long-term success of endodontically treated teeth.

All posts have advantages and disadvantages as a percentage of failure associated. However, regardless of the chosen post characteristics, there are factors such as the remaining tooth structure and ferrule effect that will have more influence on the long-term success of rehabilitation.

Key-words:

- Intraradicular posts
- Endodontically treated teeth
- Fracture resistance
- Rehabilitation

Índice

Resumo	i
<i>Abstract</i>	ii
Índice de Figuras	iv
I. Introdução	1
II. Materiais e Métodos	3
III. Revisão Bibliográfica	4
A. Estrutura dentária remanescente	4
1. Classificação.....	4
2. Critérios para a utilização de espigões	5
B. Considerações gerais sobre espigões	8
1. Princípios de preparação para a colocação do espigão	8
2. Comprimento do espigão	9
3. Diâmetro do espigão.....	10
4. Tipo de Espigão	10
4.1. Espigões fundidos	10
4.2. Espigões pré-fabricados.....	12
C. Reabilitação sobre espigões	17
1. Cimentação definitiva do espigão	17
2. Materiais de reconstrução do núcleo protético.....	20
3. Restauração definitiva	22
D. Parâmetros de avaliação dos espigões	24
1. Retenção e Resistência	24
2. Insucesso.....	25
3. Efeito férula	27
4. Possibilidade de retratamento.....	28
IV. Conclusão	29
V. Referências Bibliográficas	v

Índice de Figuras

Figura 1. Esquemas das classes I a III da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz <i>et al.</i> , 2005).....	4
Figura 2. Esquemas da classe IV da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz <i>et al.</i> , 2005).	4
Figura 3. Esquemas da classe V da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz <i>et al.</i> , 2005).	5
Figura 4. Efeito férula (Stankiewicz & Wilson, 2002).....	6
Figura 5. Possibilidades de restauração de dentes anteriores (Vârtan <i>et al.</i> , 2009).	23
Figura 6. Possibilidades de restauração de dentes posteriores (Vârtan <i>et al.</i> , 2009).....	24

I. Introdução

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente é considerada, ainda hoje, um tema controverso. A literatura atualmente disponível (AAE, 2004a; Dietschi *et al.*, 2008; McComb, 2008; Faria *et al.*, 2011) refere que as indicações para a sua utilização permanecem pouco específicas, uma vez que existem critérios, ainda difíceis de objetivar e que dificultam, assim, o plano de tratamento a cargo do médico dentista.

Clinicamente, a escolha do desenho da restauração definitiva dependerá de inúmeros fatores, entre os quais são primordialmente referidos a quantidade de estrutura dentária remanescente, a morfologia do dente e a sua posição e função na arcada devido à importância que adquirem no futuro sucesso do tratamento (Tait *et al.*, 2005; Faria *et al.*, 2011).

Segundo Cheung (2005), vários autores como Helfer *et al.* (1972) e Assif & Gorfil (1994) sugeriam que dentes tratados endodonticamente tinham tendência a perder água e que existiam alterações nas ligações do colagénio da dentina, conferindo-lhes, consequentemente, maior fragilidade e maior probabilidade de fratura, quando comparados com dentes vitais. A literatura mais recente (Faria *et al.*, 2011; Trushkowsky, 2011) sugere que a maior suscetibilidade aos fatores anteriormente referidos deve-se, principalmente, à perda de estrutura por lesão de cárie e/ou trauma, ou seja, a maior fragilidade e fratura relacionar-se-á com a etiologia que justifica o tratamento endodôntico, e não com as consequências propriamente ditas do mesmo.

Relativamente à opção de colocação de espigão radicular para reabilitar dentes tratados endodonticamente, acreditava-se que este iria fortalecer e reforçar a raiz. No entanto, estudos mais recentes (Cheung, 2005; Tait *et al.*, 2005; Ree & Schwartz, 2010; Faria *et al.*, 2011) referem que se tratava de um falso princípio, e acrescentam que a preparação e a colocação do espigão podem debilitar a estrutura canalar e conduzir, consequentemente, a fraturas radiculares. A literatura atual (Cheung, 2005; Tait *et al.*, 2005; Faria *et al.*, 2011; Goracci & Ferrari, 2011) refere que a função principal de um espigão radicular é a de retenção de um núcleo capaz de suportar a futura reabilitação planeada.

Uma das razões que fundamentam a utilização de espigões intrarradiculares é a inexistência de estrutura dentária remanescente suficiente para poder suportar uma restauração final. Assim, de modo a garantir o sucesso a longo prazo, deverá existir

estrutura dentária vertical e circunferencial, que contribua para a melhor distribuição das cargas, melhorando a estabilidade e resistência à rotação (Stankiewicz & Wilson, 2002; Faria *et al.*, 2011).

Desta forma, os espigões deverão obedecer a certos parâmetros, nomeadamente relativos ao comprimento e diâmetro (Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Ree & Schwartz, 2010). São indicados dois principais grupos de espigões, os pré-fabricados e os fundidos. Relativamente aos pré-fabricados, subdividem-se segundo a sua forma (cilíndricos, cónicos e cilindrocónicos) e o tipo de material que os constitui (metálicos – aço inoxidável, ligas de titânio e titânio puro; de cerâmica e zircónia e os de fibra – carbono, vidro e quartzo) (Akkayan & Gülmez, 2002; Fernandes *et al.*, 2003; Newman *et al.*, 2003; Cheung, 2005; Goracci & Ferrari, 2011).

Outros dos fatores importantes a ter em conta é a cimentação do espigão, cujos objetivos são melhorar a retenção e distribuir de forma uniforme as tensões na raiz, bem como providenciar uma selagem efetiva do canal (Fernandes *et al.*, 2003). Por fim, a restauração definitiva tem por objetivo a selagem coronária, restituição da estrutura dentária perdida, bem como proteger a estrutura remanescente (Gonzaga *et al.*, 2011).

Independentemente de alguns espigões apresentarem mais ou menos vantagens/desvantagens, relativamente uns aos outros, nenhum é ainda considerado ideal e, nessa mesma medida, a todos está implícito algum insucesso (Schwartz & Robbins, 2004).

Relativamente ao prognóstico destes dentes, este está inerente, não só à qualidade do tratamento endodôntico efetuado, como também à posterior reabilitação feita. Isto porque a própria preparação do canal radicular para a colocação do espigão pode aumentar a probabilidade de fratura e o fracasso do tratamento. Desta forma, é de extrema relevância que exista um correto planeamento, através de uma avaliação pré-operatória clínica e radiográfica, de forma detalhada e completa, com o objetivo de permitir uma decisão clínica, em utilizar este tipo de abordagem terapêutica, tomada com precaução (Peroz *et al.*, 2005; Tait *et al.*, 2005).

Nesta mesma perspetiva, e devido à pertinência da questão, o objetivo desta revisão é analisar a literatura disponível, de forma a sistematizar as opções de utilização de espigões intrarradiculares e posterior reabilitação, bem como os principais fatores que influenciam o seu prognóstico, em dentes tratados endodonticamente.

II. Materiais e Métodos

A pesquisa para a presente revisão de literatura fez-se através do acesso à base de dados *Pubmed/Medline*, no período compreendido entre Novembro de 2014 e Junho de 2015, tendo como ponto de partida as seguintes palavras-chave: *Endodontically treated teeth, post, fiber post, metal post, fracture resistance*.

Foram definidos como limites da pesquisa artigos com *abstract* disponível, escritos em português, inglês e castelhano, publicados a partir do dia 1 de Janeiro de 2000. A pesquisa consistiu em artigos que reportam meta-análises, revisões sistemáticas, revisões bibliográficas e casos clínicos randomizados até ao presente.

Adicionalmente, a pesquisa abrangeu artigos referidos na bibliografia dos anteriormente encontrados, bem como nos diversos jornais, revistas científicas e livros, disponíveis na biblioteca da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

III. Revisão Bibliográfica

A. Estrutura dentária remanescente

1. Classificação

Considerando o facto de a quantidade de estrutura dentária remanescente que justifique a colocação, ou não, de um espigão não estar claramente definida, uma vez que, entre outros parâmetros, a destruição dentária não pode ser avaliada metricamente, Peroz *et al.* (2005) sugeriram uma classificação que descreve cinco classes, consoante o número de paredes cavitárias remanescentes.

Classe I – Cavidade com as quatro paredes remanescentes:

- Se todas as paredes axiais estiverem mantidas e houver espessura superior a 1 mm, não é necessária a utilização de espigões. Nestes casos, qualquer tipo de restauração definitiva (direta ou indireta) poderá ser considerada. (figura 1)

Classe II e III – Cavidade com duas ou três paredes remanescentes, respetivamente:

- Casos que envolvam a perda de uma ou duas paredes cavitárias não requerem, necessariamente, a colocação de espigão, uma vez que as paredes remanescentes providenciam superfície necessária para a utilização de outros métodos, nomeadamente restaurações adesivas. (figura 1)

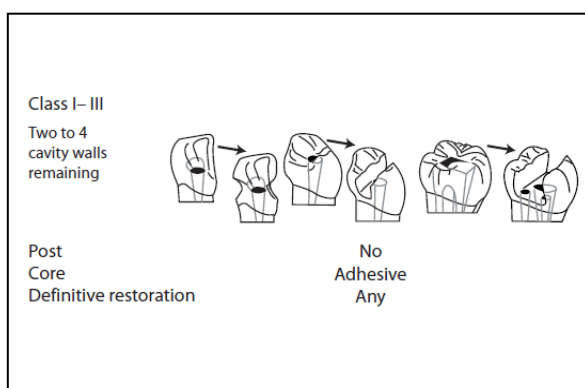


Fig. 1 - Esquema das classes I a III da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz *et al.*, 2005)

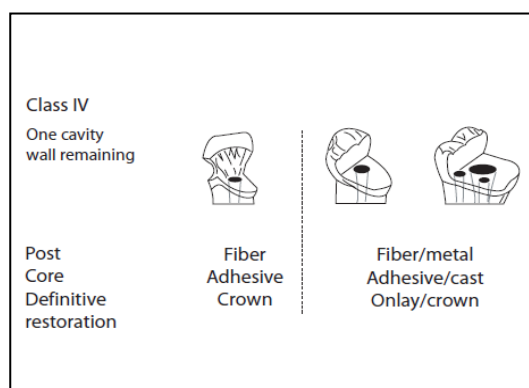


Fig. 2 - Esquema da classe IV da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz *et al.*, 2005)

Classe IV – Cavidade com somente uma parede remanescente:

- Em casos em que apenas persiste uma parede, o material utilizado para a reconstrução do núcleo tem pouco ou nenhum efeito na resistência à fratura, em dentes

tratados endodonticamente. Atualmente sugere-se a utilização de espigões nestes casos, devido à reduzida estrutura dentária remanescente. (figura 2)

Classe V – Cavidade sem existência de paredes remanescentes:

- Em caso de dentes cuja destruição dentária conduz à inexistência de paredes remanescentes, a utilização de espigões parece ser necessária para reter um núcleo protético. A quantidade de dentina remanescente tem grande influência na resistência à fratura, principalmente nestes casos (Peroz *et al.*, 2005). (figura 3)

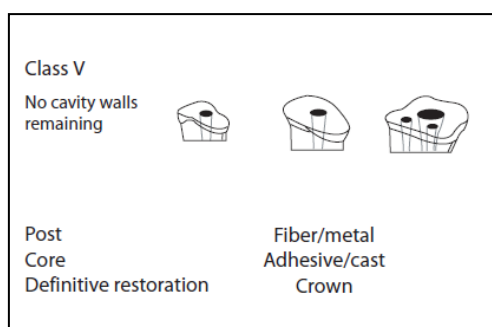


Fig. 3 - Esquema da classe V da classificação da estrutura dentária remanescente (Peroz *et al.*, 2005)

2. Critérios para a utilização de espigões

A literatura atual (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010; Faria *et al.*, 2011) acredita que os espigões não fortalecem os dentes tratados endodonticamente, e que a preparação necessária para a sua utilização aumenta o risco de fratura e pode levar ao fracasso do tratamento.

Na maioria das vezes, a necessidade de tratamento endodôntico surge em resultado de trauma, lesões de cárie e/ou restaurações extensas e, nessa medida, torna-se aconselhada a utilização de espigões, quando a estrutura dentária coronária remanescente é inferior a 50% (Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Faria *et al.*, 2011). A própria prática endodôntica, de forma a satisfazer a eficiência do *cleaning* e *shaping*, a permitir o acesso em linha reta dos instrumentos aos canais radiculares, bem como o próprio conceito de preparação “*crown down*”, promove a remoção de estrutura dentária adicional (Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Faria *et al.*, 2011).

Segundo Cheung (2005) e Peroz *et al.* (2005), a avaliação para quando é necessária a utilização de espigão é baseada na quantidade de dente natural remanescente, com o objetivo de reter um núcleo e suportar a restauração final, depois de removida toda a lesão de cárie e do tratamento endodôntico estar finalizado.

Deste modo, nas situações em que foi perdida grande parte da estrutura dentária - tornando-se necessário um espigão radicular para reter um núcleo - a presença de estrutura dentária vertical irá proporcionar efeito férula, o qual é preponderante para o sucesso a longo prazo, uma vez que contribui para a distribuição das cargas e melhora, consequentemente, a estabilidade e resistência à rotação (Stankiewicz & Wilson, 2002; Faria *et al.*, 2011). A férula é definida como uma área circunferencial de dentina axial superior ao bisel da preparação, a qual deverá ter uma altura de 1,5 a 2,5 mm, sendo preponderante para a longevidade da restauração. (figura 4) Assim, uma férula adequada permite que a restauração e a raiz funcionem como uma unidade, permitindo uma transmissão fisiológica das forças oclusais ao periodonto. Quando esta situação não se verifica, o *stress* oclusal é transmitido diretamente ao núcleo e/ou ao espigão, aumentando a probabilidade de fratura, dentária/radicular ou fratura/deslocamento do espigão (Stankiewicz & Wilson, 2002; Peroz *et al.*, 2005; McComb, 2008; Faria *et al.*, 2011).

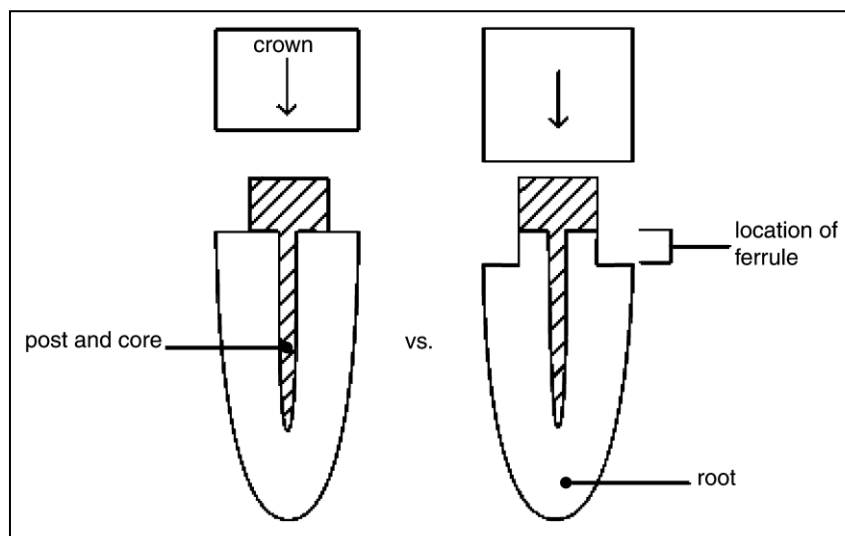


Fig. 4 – Efeito férula (Stankiewicz & Wilson, 2002)

Está, ainda, descrito na literatura (Akkayan & Gülmez, 2002; Tait *et al.*, 2005; McComb, 2008), que em dentes demasiado destruídos, onde não existe efeito férula, o alongamento coronário cirúrgico poderá ser efetuado, tal como tração ortodôntica, de forma a restabelecer o espaço livre biológico, considerando primeiramente a avaliação clínica e radiográfica da restaurabilidade. Nesta avaliação deverão ser considerados a quantidade de estrutura dentária remanescente, posição anatômica do dente, os tipos de carga funcional aos quais o dente está sujeito, tal como os requisitos estéticos (Tait *et al.*, 2005).

Incisivos e Caninos

Quando a perda de estrutura dentária é mínima (por exemplo, na abertura coronária) ou em casos de classes II ou III da classificação de Peroz *et al.* (2005), não é necessária a utilização de espigões, podendo ser feitas restaurações adesivas, diretas ou indiretas. No entanto, se a perda de estrutura dentária for significativa, após tratamento endodôntico, deve proceder-se à utilização de um espigão, de forma a proporcionar a capacidade de resistência da reabilitação com uma coroa a cargas funcionais, a forças laterais e de cisalhamento (Cheung, 2005; McComb, 2008). No que respeita à preparação canal para posterior colocação de espigão em incisivos inferiores, esta deverá ser cuidadosamente executada, na medida em que as raízes são estreitas, principalmente no sentido mesiodistal (Cheung, 2005). Por questões estéticas, Peroz *et al.* (2005) refere que é preferível a utilização de espigões não metálicos, em dentes anteriores.

Pré-molares

Os pré-molares são dentes que apresentam menos estrutura dentária e câmaras pulpares de menores dimensões, quando comparados com os molares, tornando a utilização de espigões regularmente necessária. Adicionalmente à conicidade e curvatura, as raízes de pré-molares são frequentemente achatadas mesiodistalmente e podem apresentar, ainda, invaginações nas faces proximais. O primeiro pré-molar inferior apresenta, normalmente, uma inclinação lingual da coroa clínica em relação à raiz (Cheung, 2005; McComb, 2008). Pré-molares superiores estão normalmente sujeitos a forças de cisalhamento, contrariamente, os inferiores funcionam como se fossem molares, no sentido em que estão sujeitos a mais forças verticais do que horizontais (McComb, 2008).

Devido a todas estas particularidades anatómicas, a preparação do canal para o espigão deverá ser executada com extremo cuidado, com o objetivo de evitar perfurações da raiz (Cheung, 2005). Podem ser reabilitados com restaurações indiretas (coroas ou *onlays*) ou diretas, em amálgama ou compósito, dependendo da estrutura remanescente. Mannocci *et al.* (2002) comparou pré-molares com cavidades classe II de Black em que foram utilizados espigões de fibra com restauração em resina composta com preservação das cúspides ou coroas metalocerâmicas com núcleo em resina composta. Avaliou os insucessos ao fim de três anos, e os resultados revelaram-se

semelhantes (houve descimentação e desadaptação marginal em ambos os grupos), no entanto, deverão ser avaliados com a devida precaução, devido ao *follow-up* reduzido.

Molares

Relativamente aos molares com tratamento endodôntico, é sugerido que a maioria não necessita de espigão prévio à reabilitação, uma vez que são dentes cuja estrutura dentária remanescente é mais abrangente, tal como possuem câmaras pulpares de grandes dimensões. McComb (2008) referiu que a construção de um núcleo em amálgama, utilizando a câmara pulpar bem como extensões nos canais radiculares de 2 mm provou ser eficiente, não sendo necessária a utilização de espigão. Para o mesmo autor, a utilização de compósito é considerada igualmente efetiva, se existir uma férula com o mínimo de 2,5 mm de altura após preparação, e desde que seja possível a correta polimerização das camadas mais profundas, usando técnicas incrementais de compósitos fotopolimerizáveis ou compósitos autopolimerizáveis. Porém, quando existe a necessidade de um espigão radicular nestes dentes, - em resultado de uma perda excessiva de estrutura dentária natural -, deverá ser colocado no canal mais largo e mais reto, de modo a evitar quer o enfraquecimento da raiz durante a preparação do espaço para o espigão, quer possíveis perfurações em canais mais curvos, ou seja, o canal distal nos molares inferiores e o canal palatino nos superiores (Cheung, 2005; McComb, 2008; Tang *et al.*, 2010). Contrariamente está desaconselhada a utilização de espigões em canais curvos e estreitos, nomeadamente nos mesiais mandibulares e mesiovestibulares maxilares (McComb, 2008). Quando a retenção do núcleo é insuficiente após a colocação de um espigão, pode considerar-se a utilização de retenções intradentinárias para auxiliar na retenção do núcleo (Cheung, 2005).

B. Considerações gerais sobre espigões

1. Princípios de preparação para a colocação do espigão

A preservação de dentina radicular é fundamental e, por isso, durante a preparação do canal deve ser feito um desgaste mínimo, relativamente ao anteriormente efetuado durante a instrumentação endodôntica do canal (Schwartz & Robbins, 2004).

Partindo do princípio de que a anatomia radicular dos diferentes dentes constitui um fator importante a considerar antes da preparação de um canal radicular para colocar

um espigão, a literatura (Schwartz & Robbins, 2004, Cheung, 2005; Ricketts *et al.*, 2005a; Gongaza *et al.*, 2011) aconselha o clínico a atender ao diâmetro, conicidade, depressões proximais, curvaturas ou angulações das raízes para evitar possíveis perfurações durante a preparação.

Cheung (2005), Ricketts *et al.* (2005a) e McComb (2008) referem que a maioria dos clínicos utilizam métodos mecânicos na preparação do canal para a colocação do espigão, devido principalmente à sua rapidez. Contudo, estes métodos acarretam mais riscos de perfurações e de alteração da selagem apical do canal. Por outro lado, o método térmico através de um *plugger* aquecido ao rubro para amolecer e remover guta-percha, é eficaz e seguro, mas consome muito mais tempo da consulta (Cheung, 2005; Ricketts *et al.*, 2005a).

Alguns estudos (Ricketts *et al.*, 2005a; Gonzaga *et al.*, 2011) referem que a desobturação do canal e preparação deverão ser feitas em isolamento absoluto, com o objetivo de manter a assepsia e evitar a possível contaminação do canal.

Segundo Cheung (2005), Ricketts *et al.* (2005a) e McComb (2008), quando usado o método mecânico, os instrumentos mais utilizados são as brocas de *Gates-Glidden* e *Peeso* em baixa rotação, de forma a maximizar a segurança e, para além disso, a utilização de um destes instrumentos deve sempre preceder a utilização dos trépanos correspondentes aos espigões pré-fabricados.

De acordo com Cheung (2005) e McComb (2008), deve ser utilizada uma combinação de métodos térmico e mecânico para minimizar o risco de perfuração, principalmente no caso de operadores menos experientes.

2. Comprimento do espigão

Cheung (2005), Peroz *et al.* (2005), Ricketts *et al.* (2005a) e Ree & Schwartz (2010) propuseram *guidelines* para a determinação do comprimento do espigão. É conclusivo que quanto mais comprido for maior a retenção, no entanto, aumentando o comprimento aumenta também o risco de fratura e de perfuração da raiz. Por outro lado, espigões curtos, não só apresentam pouca retenção, como também transmitem forças laterais excessivas à estrutura radicular. É atualmente aceite que:

- Devem ser preservados 3-6 mm de guta-percha na porção mais apical, de forma a garantir a manutenção da selagem apical;
- O comprimento do espigão deve ser igual ao comprimento da coroa clínica;

- O comprimento do espigão deve ser igual a $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$ do comprimento da raiz;
- O espigão deve estender-se até metade do comprimento da raiz suportada por osso.

Gonzaga *et al.* (2011) reportou uma taxa de insucesso de 2,5% quando o comprimento do espigão era igual ao comprimento da coroa clínica, pelo contrário quando o espigão tinha um comprimento igual a $\frac{1}{4}$ da coroa clínica a taxa de insucesso era de 25%.

As *guidelines* devem ser consideradas de acordo com a anatomia dentária, uma vez que cada caso é singular e, por isso, a preparação do espaço do espigão deve ser avaliada e planeada com precaução (Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Ree & Schwartz, 2010).

3. Diâmetro do espigão

Embora o nível de evidência científica atualmente disponível seja ainda limitativo, é amplamente aceite que o diâmetro do espigão pouco altera a retenção do mesmo (Cheung, 2005). Contudo, segundo Cheung (2005), Peroz *et al.* (2005) e Ricketts *et al.* (2005a) um aumento do diâmetro vai aumentar o risco de fratura da raiz. Deste modo, geralmente a largura do espigão não deve ultrapassar $\frac{1}{3}$ da largura da raiz na sua porção mais estreita, considerando o facto de que as raízes não são perfeitamente redondas. Assim, deve ser mantido, no mínimo, 1 mm de dentina saudável em volta do espigão, principalmente no seu limite apical (Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Ricketts *et al.*, 2005a).

4. Tipo de Espigão

Atualmente são indicadas duas principais categorias de espigões: fundidos e pré-fabricados (Cheung, 2005).

4.1. Espigões fundidos

Os espigões fundidos permitem uma grande adaptação à preparação, o que conduz à necessidade de uma menor espessura de cimento, apresentando uma homogeneidade estrutural entre as partes intra e extra radiculares (Carossa *et al.*, 2001). Segundo a AAE, (2004a) estes espigões apresentam, ainda, a vantagem de fácil remoção, em casos de necessidade de retratamento endodôntico.

Ferrari *et al.* (2000), num *follow-up* de 4 anos, com uma amostra de 98 dentes reabilitados com espigões fundidos em ligas de ouro, refere uma taxa de sucesso de 84%. Adicionalmente, Ellner *et al.* (2003) apresentaram um estudo cuja taxa de sucesso foi de 100% no grupo de espigões fundidos, após dez anos de *follow-up*, sendo toda a amostra reabilitada com coroas unitárias.

Cheung (2005) refere que espigões e falsos cotos fundidos em ouro foram utilizados durante décadas, servindo de alicerce para a restauração final de dentes com tratamento endodôntico. A utilização de ligas de ouro (tipo III ou IV) deve-se ao facto de ser um material inerte, com módulo de elasticidade (rigidez de 14.5×10^6 psi) e coeficiente de expansão térmica ($\approx 15 [C^{-1}] \times 10^6$) semelhantes aos do esmalte, e ainda devido à resistência à compressão, a qual permite resistir a forças oclusais normais.

Entretanto, outras ligas metálicas foram sendo utilizadas, contudo a rigidez das mesmas considerou-se uma desvantagem major no ajuste, podendo igualmente aumentar a predisposição à fratura radicular (Cheung, 2005).

Atualmente, uma das principais desvantagens dos espigões fundidos é a estética, devido à exposição do metal que pode conferir um tom acinzentado à coroa, mesmo nas mais recentes, de cerâmica pura (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010). Para além disso, existe risco de corrosão (nas ligas não nobres/não preciosas) e perda de retenção do espigão (Soares *et al.*, 2012).

Outras desvantagens do falso coto fundido assentam na necessidade de fabrico em laboratório e de coroa provisória, tornando o tratamento mais dispendioso e prolongado, aumentando, consequentemente, a probabilidade de contaminação do sistema canalar (AAE, 2004a; Cheung, 2005; Gonzaga *et al.*, 2011). Por outro lado, como necessitam de remoção de maior quantidade de dentina durante a preparação, aumenta o risco de fraturas radiculares (Soares *et al.*, 2012).

Segundo Summitt *et al.* (2001) existem aplicações clínicas nas quais os espigões fundidos constituem a primeira escolha:

- a. Quando múltiplos espigões são necessários na mesma arcada, os espigões fundidos tornam-se mais eficientes em termos de tempo, custo e eficiência;
- b. Quando um dente pequeno, por exemplo o incisivo mandibular, necessita de espigão e núcleo protético, um espigão pré-fabricado pode ser difícil de utilizar, tornando o espigão fundido uma excelente opção;
- c. Nos casos em que a angulação do núcleo em relação à raiz necessita de ser

alterado, uma vez que não é indicado os pré-fabricados sofrerem esta angulação.

4.2. Espigões pré-fabricados

Em alternativa aos espigões fundidos, e de forma a tentar anular as suas respetivas desvantagens, foram desenvolvidos os espigões pré-fabricados, os quais podem ser colocados e ajustados numa única consulta, sem necessidade de etapas laboratoriais, para além de serem, geralmente, mais práticos e económicos. Por vezes, a preparação canalar para os mesmos é menos invasiva, reduzindo, assim, o risco de fratura radicular (Akkayan & Gülmez, 2002; Newman *et al.*, 2003; Cheung, 2005).

Primeiramente surgiram os metálicos e, no final da década de 80, os de cerâmica e de diferentes fibras, nomeadamente de carbono, vidro e quartzo (McComb, 2008).

Forma

Os espigões pré-fabricados podem ser classificados segundo a sua forma em paralelos/ cilíndricos, cónicos ou cilindrocónicos (Fernandes *et al.*, 2003). Por outro lado, segundo as características de superfície, esta pode ser polida, estriada e rosqueada (Cheung, 2005). Adicionalmente, o ajuste do espigão às paredes do canal pode ser ativo ou passivo (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010).

De forma geral, a literatura (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010) corrobora que os espigões de lados paralelos são mais retentivos, originam menor efeito de cunha e, consequentemente, induzem menos *stress* sobre a raiz, comparativamente aos cónicos. No entanto, a concentração do *stress* nos paralelos concentra-se na região apical da raiz, contrariamente aos cónicos, cuja distribuição é semelhante ao longo da mesma (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010; Gonzaga *et al.*, 2011).

Os cónicos são mais facilmente colocados, uma vez que a sua forma acompanha a preparação endodôntica e a forma da raiz. Deste modo, permitem uma maior preservação de dentina, principalmente na região apical, reduzindo o risco de perfurações e fragilidade da raiz. Embora sejam menos retentivos comparativamente aos paralelos, esse facto poderá ser, de alguma forma, colmatado com um aumento do comprimento do espigão (Gonzaga *et al.*, 2011).

Schwartz & Robbins (2004) e Baratieri *et al.* (1993) sugerem, então, que quando as raízes se apresentam estreitas, os espigões cónicos deverão ser a primeira opção, no

entanto, em caso de raízes muito curtas, os espigões paralelos/cilíndricos serão a melhor escolha.

Com o objetivo de superar as desvantagens dos anteriores, foram criados espigões cilindrocónicos, uma vez que a maioria do comprimento é paralelo ou com uma conicidade muito ligeira (promovendo retenção ao espigão), sendo realmente cónico na porção apical (permitindo uma maior preservação da estrutura radicular). Deste modo, há uma melhor distribuição do *stress* (Fernandes *et al.*, 2003; Gonzaga *et al.*, 2011).

As características da superfície do espigão são igualmente capazes de alterar a retenção e resistência à fratura. Os espigões polidos são menos retentivos relativamente aos que apresentam retenções superficiais (estriados e rosqueados) (Baratieri *et al.*, 1993).

Os espigões ativos, embora sejam os mais retentivos, envolvem a dentina do canal radicular e transmitem mais *stress* à restante estrutura dentária, podendo causar complicações não recuperáveis, como as fraturas verticais da raiz, razão pela qual não são atualmente utilizados na prática clínica (Dikbas & Tanalp, 2013). Por outro lado, os espigões passivos ficam ajustados às paredes do canal através de cimento (Schwartz & Robbins, 2004; Cheung, 2005; Peroz *et al.*, 2005; Ree & Schwartz, 2010).

Apesar das características anteriormente mencionadas, Peroz *et al.* (2005) e McComb (2008) indicam que o efeito férula, assim como a fixação adesiva, parecem ser mais importantes para a resistência à fratura relativamente à forma do espigão.

Material

De acordo com Cheung (2005), o material ideal para espigões e núcleos deve apresentar propriedades físicas – nomeadamente o módulo de elasticidade, coeficiente de expansão térmica e resistência a forças compressivas – semelhantes às da dentina, tal como não devem ser elaborados em materiais corrosivos. Assim, materiais como o aço inoxidável, titânio e ligas de titânio, bronze banhado a ouro, cerâmica e polímero reforçado com fibras têm sido indicados e utilizados no fabrico de espigões pré-fabricados (Cheung, 2005; Salvi *et al.*, 2007; Ree & Schwartz, 2010).

Durante décadas, foram utilizados espigões pré-fabricados ou fundidos, ambos em metal, todavia, de forma a colmatar as crescentes exigências estéticas, impôs-se a necessidade de surgirem os espigões não metálicos (Ree & Schwartz, 2010; Goracci &

Ferrari, 2011; Trushkowsky, 2011).

Espigões Metálicos

Espigões metálicos pré-fabricados são fabricados, geralmente, em aço inoxidável, ligas de titânio e titânio puro (Cheung, 2005).

Relativamente aos espigões em aço inoxidável, são rígidos, no entanto, esta liga contém níquel, trazendo problemas de sensibilidade, principalmente em pacientes do género feminino (Cheung, 2005). Adicionalmente, o aço inoxidável tal como o bronze estão referenciados na literatura (Christensen, 2004; Cheung, 2005) como materiais passíveis de sofrer corrosão, para além de conferirem um tom acinzentado à restauração final.

No que respeita ao titânio puro, quando comparado com as ligas de titânio, apresenta propriedades físicas ligeiramente inferiores, concretamente a resistência à compressão e à flexão, no entanto é menos corrosivo e mais biocompatível (Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010).

Na literatura (AAE, 2004a; Cheung, 2005; McComb, 2008; Ree & Schwartz, 2010) são referidas diversas desvantagens nos espigões de titânio, nomeadamente, uma maior tendência a fraturar, quando comparados com os espigões de aço inoxidável, especificamente durante a sua remoção, em casos de re-tratamento endodôntico, sendo desaconselhados quando têm de ser estreitos. Além disso, um espigão paralelo em titânio é significativamente menos rígido, comparativamente a um equivalente em aço inoxidável, logo, não se aconselha a sua utilização em dentes sujeitos a elevadas cargas. Radiograficamente, a maioria das ligas de titânio apresentam uma radiodensidade semelhante à da guta-percha e, por isso, a sua deteção pode ser dificultada. No entanto, não existe consenso sobre a superioridade de um material sobre os outros (McComb, 2008).

Espigões de Cerâmica e Zircónia

Outros materiais entretanto sugeridos foram a zircónia e a cerâmica, principalmente nos casos em que a estética foi prioritária, face ao tom acinzentado que os metálicos conferem ao material restaurador (Ree & Schwartz, 2010).

A elevada resistência à flexão e à fratura, a estabilidade química, a biocompatibilidade e as propriedades óticas são as vantagens da zircónia e cerâmica

enquanto materiais restauradores, porém, quando utilizadas no fabrico de espigões revelam algumas limitações importantes (Soares *et al.*, 2012). Devido à sua rigidez, estes espigões são mais propensos a causarem fraturas radiculares, relativamente aos espigões de fibra, uma vez que produzem retenções elevadas na entrada do canal (Cheung, 2005; Baba *et al.*, 2009; Ree & Schwartz, 2010; Trushkowsky, 2011). Para além disso, apresentam a desvantagem da superfície destes espigões não possuir capacidade de ligação a materiais resinosos (Ree & Schwartz, 2010; Trushkowsky, 2011; Soares *et al.*, 2012).

A literatura (AAE, 2004a; Ree & Schwartz, 2010; Soares *et al.*, 2012) aconselha a não utilização destes espigões uma vez que em caso de retratamento, os espigões de cerâmica podem ser removidos através do seu desgaste, tornando o procedimento demorado e arriscado. Relativamente aos espigões em zircónia, a sua remoção só poderá ser feita através da remoção de tecido radicular circundante, o que conduz facilmente à remoção excessiva de dentina.

Espigões de fibra

Os espigões pré-fabricados de fibra de carbono foram os primeiros a ser introduzidos no mercado, mas devido às suas desvantagens foram rapidamente substituídos pelos de fibras de vidro, quartzo ou sílica. Para além da sua coloração negra, radiograficamente, os espigões de fibra de carbono são radiolúcidos, o que não permite a sua identificação e consequente acompanhamento da integridade dos mesmos (Bateman *et al.*, 2003; AAE, 2004a; Cheung, 2005; Salameh *et al.*, 2008; Ree & Schwartz, 2010).

Adicionalmente, apesar de bastante rígidos, tal como os metálicos, na presença de água, a sua rigidez e resistência reduzem consideravelmente, devido à degradação da sua matriz de resina epóxica. Outra desvantagem relativamente aos metálicos assenta no facto de que a retenção do núcleo é menor, tendo sido identificadas falhas ao longo da interface espigão e cimento (AAE, 2004a; Torbjörner & Fransson, 2004; Cheung, 2005; Ree & Schwartz, 2010).

No que diz respeito aos espigões de fibra de vidro e quartzo, apresentam as fibras embebidas numa matriz de polímero de resina, nomeadamente a resina epóxi. As fibras têm cerca de 7 a 10 micrómetros de diâmetro e estão dispostas em diferentes configurações: entrelaçadas, em rede, ou dispostas longitudinalmente (Cheung, 2005;

Trushkowsky, 2011). Alguns estudos (Akkayan & Gülmez, 2002; Soares *et al.*, 2012) referem que os espigões de fibra de vidro e de quartzo são os mais comumente utilizados em reabilitações de zonas estéticas, devem ser cimentados com cimentos de resina e os seus núcleos devem ser reconstruídos em resinas compostas. Assim, as forças exercidas sobre ele são distribuídas uniformemente nas paredes da raiz, o pode explicar a diminuição da incidência da falha e de fraturas radiculares.

Para além desta indicação estética, o módulo de flexão dos espigões reforçados com fibra é inferior (entre 1 e 4×10^6 psi) aos metálicos, no entanto, mais semelhante à dentina ($\approx 2 \times 10^6$ psi), podendo também conduzir a uma diminuição das fraturas radiculares e, quando estas acontecem existir maior probabilidade de serem recuperáveis (Cheung, 2005; Bolla *et al.*, 2007; Ree & Schwartz, 2010; Trushkowsky, 2011; Dikbas & Tanalp, 2013).

As principais vantagens destes espigões são o menor comprometimento estético, módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, distribuição mais uniforme das forças, ausência de corrosão e alergias (Bateman *et al.*, 2003; Fernandes *et al.*, 2003; Schwartz & Robbins, 2004; Soares *et al.*, 2012).

Em contrapartida, as principais desvantagens apresentadas na literatura (Cheung, 2005; Naumann *et al.*, 2007; Dietschi *et al.*, 2008; Soares *et al.*, 2012) prendem-se com a técnica de cimentação ser mais sensível, resistência mecânica reduzida, ausência de radiopacidade de alguns espigões, mais dispendiosos e módulo de elasticidade baixo que, apesar de estruturalmente vantajoso, poderá conduzir à ocorrência de deslocamentos.

Heydecke & Peters (2002) e Peroz *et al.* (2005) compararam espigões fundidos e pré-fabricados, não encontrando diferenças significativas que justifiquem a recomendação de um sistema em detrimento do outro.

Salvi *et al.* (2007) comparou o sucesso de dentes restaurados com espigão (dentes anteriores com espigões e falsos cotos fundidos e dentes posteriores, maioritariamente com espigões pré-fabricados em titânio) com uma amostra controlo onde não se usou espigão. A restauração definitiva de ambos os grupos variou entre coroas metalocerâmicas e reconstruções diretas em compósito. Em nenhum dente com mais de 2/3 de estrutura remanescente foi utilizado espigão e a férula foi mantida, embora não houvesse registo das suas dimensões. O *follow-up* foi superior a 4 anos mas diferiu entre os grupos em estudo. Clinicamente procurou-se sinais de insucesso: perda

de retenção, fratura radicular ou do espigão, cárie secundária, alterações periodontais ou endodônticas. Os autores referem que não houve diferenças significativas quando compararam o sucesso entre: dentes com espigão *versus* dentes sem espigão; restauração em compósito *versus* coroa metalocerâmica; espigão pré-fabricado *versus* espigão fundido.

C. Reabilitação sobre espigões

1. Cimentação definitiva do espigão

A cimentação deve ser executada o mais depressa possível, uma vez finalizada a preparação da raiz. Gonzaga *et al.* (2011) refere que os fatores que influenciam a cimentação dos espigões à dentina radicular incluem a resistência à tensão, força de ligação, baixo potencial de deformação, microinfiltração e absorção de água.

Antes da cimentação do espigão, o canal, previamente preparado, deve encontrar-se limpo, seco, livre de saliva e de contaminação bacteriana. A função principal do cimento reside no preenchimento de toda a interface que existe entre o espigão e a parede do canal, permitindo a selagem e a adaptação entre ambos (McComb, 2008; Ricketts *et al.*, 2005b). Deverá confirmar-se sempre se o espigão está colocado até ao comprimento preconizado anteriormente. De seguida, o cimento deve ser colocado no canal (com o auxílio de um lântulo, cone de papel ou com uma sonda) e na superfície do espigão (McComb, 2008; Ricketts *et al.*, 2005b).

Segundo Gonzaga *et al.* (2011), os cimentos mais usados na cimentação de espigões são: cimento de fosfato de zinco, cimentos de ionómero de vidro (convencional ou modificado com resina) e cimentos de resina.

Cimento de fosfato de zinco – segundo a literatura recolhida (Baratieri *et al.*, 1993; Cheung, 2005; Ricketts *et al.*, 2005b; Gonzaga *et al.*, 2011) continua a ser um dos mais usados na cimentação de espigões metálicos, devido às suas vantagens: facilidade da técnica, tempo de trabalho prolongado, pequena espessura da película e compatibilidade com o óxido de zinco-eugenol, o qual está presente na grande maioria dos cimentos utilizados em endodontia, em casos de necessidade de retratamento, espigões metálicos cimentados com fosfato de zinco são facilmente removidos. No entanto, tem alta solubilidade principalmente na presença de ácidos e uma fraca adesão

à dentina, resultando em elevadas taxas de microinfiltração (Ricketts *et al.*, 2005b; Gonzaga *et al.*, 2011).

Cimentos de ionómero de vidro e/ou ionómero de vidro modificado com resina – estão também indicados para a cimentação de espigões metálicos devido à sua capacidade intrínseca de adesão à dentina e à libertação de fluoretos. (Gonzaga *et al.*, 2011) No entanto são altamente solúveis e apresentam maiores taxas de microinfiltração, assim como módulo de elasticidade menor do que o cimento de fosfato de zinco e a dentina. O cimento de ionómero de vidro convencional é suscetível à humidade durante a reação de presa, limitação ultrapassada nos cimentos de ionómero de vidro modificados com resina (Cheung, 2005; Ricketts *et al.*, 2005b; Gonzaga *et al.*, 2011).

Cimentos de resina – a recente tendência para a utilização destes cimentos prende-se com o fato de aumentarem a retenção, apresentarem um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (ao contrário do que se verifica com os de ionómero de vidro), menor microinfiltração e providenciarem um aumento da retenção. (Baratieri *et al.*, 1993; Gonzaga *et al.*, 2011).

Tendo em conta a sua polimerização, os sistemas adesivos podem ser classificados como fotopolimerizáveis, de polimerização química ou polimerização dual. No entanto, os cimentos são, geralmente, de ativação química ou dual (Goracci & Ferrari, 2011).

Os cimentos de ativação química possibilitam uma polimerização adequada mesmo na ausência total de luz, e são segundo Goracci & Ferrari (2011) comumente utilizados, sendo a melhor opção em casos de espigões de fibra de carbono e de espigões opacos. Contudo apresentam tempo de trabalho limitado e exigem um procedimento rápido. Os mesmos autores salientam que cimentos de polimerização dual, são vantajosos na cimentação de espigões por possuírem dois mecanismos de polimerização (foto e química), o que permite altos níveis de conversão polimérica (Goracci & Ferrari, 2011).

Durante a cimentação de espigões a polimerização pode ser inibida pelo eugenol (presente em vários cimentos endodônticos) (Schwartz & Robbins, 2004; Gonzaga *et al.*, 2011). No entanto, Cheung (2005) e Gonzaga *et al.* (2011) referem que não existem efeitos adversos na selagem marginal nem na retenção do espigão, quando os canais

foram obturados com cimentos que contenham eugenol, desde que haja limpeza efetiva das paredes do canal antes da cimentação. O eugenol parece também não ter efeito sobre a polimerização do cimento, se a cimentação ocorrer uma semana após o término do tratamento endodôntico (Goracci & Ferrari, 2011).

A adesão do cimento de resina à parede dentinária deve ser feita cuidadosamente, de forma a melhorar a adesão e a minorar a microinfiltração (Cheung, 2005). Cheung (2005) e Gonzaga *et al.* (2011) referem a utilização de um agente proteolítico (como o hipoclorito de sódio) capaz de remover a camada de colagénio desmineralizada, permitindo a penetração dos *resin tags* nos túbulos dentinários, melhorando a adesão e, por último, a remoção da *smear layer* (através do acondicionamento ácido e aplicação do *primer* em dentina húmida) deve ser efetuada com cuidado e evitando a contaminação, tal como nos procedimentos restauradores em que se utilizam materiais resinosos, para que se obtenha sucesso.

O sistema adesivo (quer seja *etch and rinse*, ou *etch and dry*) deve ser aplicado segundo as instruções do fabricante, seguido da aplicação do cimento de ativação química ou dual e finalmente o espigão. No caso de espigões de fibra, depois da prova do espigão e antes da cimentação, estes devem ser desinfetados com álcool etílico a 70% e sofrer silanização (Gonzaga *et al.* 2011).

Segundo Goracci & Ferrari (2011), os melhores resultados na cimentação de espigões de fibra são obtidos quando se utilizam adesivos *etch and rinse* de três passos ou *etch and rinse* de dois passos, em combinação com cimentos de resina de ativação dual. No entanto, a literatura (Schwartz & Robbins, 2004; Ree & Schwartz, 2010; Goracci & Ferrari, 2011) salienta que a eficácia está dependente do rigor na execução de todos os passos durante a aplicação do sistema adesivo e, ainda, do acesso deste a toda a preparação canalar, o que torna a sua aplicação exigente.

Na tentativa de simplificar a aplicação do sistema adesivo, foi sugerida a utilização de *etch and rinse* de dois passos e de *etch and dry* de um passo, contudo a incompatibilidade destes com cimentos de ativação química e dual deve ser tida em consideração, sendo necessário a aplicação de um co-iniciador químico (Ree & Schwartz, 2010; Goracci & Ferrari, 2011).

Ree & Schwartz (2010) e Goracci & Ferrari (2011) referem que mais recentemente foram introduzidos cimentos de resina auto-adesivos, constituídos por monómeros acídicos para, simultaneamente, desmineralizarem e infiltrarem o substrato,

os quais podem unir-se aos tecidos dentários, sem que necessitem da aplicação de um sistema adesivo prévio. Devido a este facto, são de fácil aplicação, porém as forças adesivas à dentina são inferiores e demonstram limitações no potencial de desmineralização e de penetração para além da *smear layer*.

Fernandes *et al.* (2003) defende o uso de cimentos à base de resina para a cimentação de espigões reportando que existe adesão entre estes, em comparação com os cimentos tradicionais (como o de fosfato de zinco) que produzem apenas resistência friccional.

Adesão à superfície do espigão – os espigões de fibra são revestidos por uma matriz de resina epóxica, o que limita a interação entre a resina à base de metacrilato e a superfície do espigão, uma vez que a estrutura do polímero apresenta-se em cadeias cruzadas, onde os locais disponíveis para a co-polimerização são escassos. A silanização constitui um dos possíveis tratamentos de superfície do espigão, onde a aplicação de silano aumenta a sua molhabilidade e estabelece ligações químicas entre o metacrilato da resina e os grupos hidroxilo nas fibras de vidro e quartzo; não sendo efetiva nos espigões de fibra de carbono por estes não apresentarem número suficiente de grupos hidroxilo na superfície (Ree & Schwartz, 2010; Goracci & Ferrari, 2011; Trushkowsky, 2011). No entanto, de acordo com Goracci & Ferrari (2011) este procedimento não contribui com nenhum benefício clínico substancial, no que respeita à resistência adesiva.

2. Materiais de reconstrução do núcleo protético

A reconstrução do núcleo é necessária quando existe pouca ou nenhuma estrutura coronal remanescente, de forma a permitir a colocação e retenção da restauração definitiva e diversos materiais podem ser utilizados para este fim. Idealmente, deverão apresentar propriedades tais como: adequada resistência à compressão (para resistir a forças oclusais), à flexão, à fadiga, biocompatibilidade, capacidade de selagem na interface dente-núcleo, fácil manipulação, capacidade de adesão à restante estrutura dentária, coeficiente de expansão térmica e contração semelhantes ao dente natural, estabilidade dimensional e capacidade mínima de absorção de água e inibição de lesões por cárie dentária (Gonzaga *et al.*, 2011).

O material que reúna as condições ideais não existe, uma vez que todos os utilizados atualmente possuem pontos fortes, contudo também algumas fragilidades. Os mais referenciados atualmente são a amálgama, as resinas compostas, ionómero de vidro e ouro (Cheung, 2005; Gonzaga *et al.*, 2011).

Apesar das suas características inestéticas, a amálgama e o ouro foram utilizados com sucesso durante vários anos, no entanto apresentam um tempo de presa longo (o que impossibilita a preparação imediata), larga experiência do clínico, para realizar amálgamas extensas e complexas, e risco de fratura (quando não existe espessura mínima), impossibilidade de serem utilizados em núcleos de coroas cerâmicas, risco de provocarem escurecimento da gengiva e não possuem propriedades adesivas. Adicionalmente, a utilização de falsos cotos em ouro requer duas consultas (Schwartz & Robbins, 2004; Cheung, 2005; Gonzaga *et al.*, 2011).

A resina composta é o material mais descrito na reconstrução de núcleos. Segundo Schwartz & Robbins (2004) apresenta baixa solubilidade, a possibilidade de adesão à maioria dos espigões e à restante estrutura dentária, o que promove o aumento da retenção. Para além disso, é um material estético, o que o torna ideal para reconstruções de núcleos para coroas totalmente em cerâmica, na região anterior. Em contrapartida, vários autores (Schwartz & Robbins, 2004; Cheung, 2005; Naumann *et al.*, 2007) relatam desvantagens tais como a contração de polimerização, expansão hidroscópica (resultante da absorção de água), bem como incorporação de poros, uma vez que não é condensada. Como foi previamente mencionada, apresenta incompatibilidade com o óxido de zinco-eugenol, presente nos cimentos endodônticos, o que poderá conduzir a alterações na polimerização. As desvantagens aumentam a probabilidade de ocorrer microinfiltração, facto que poderá ser minimizado através da técnica incremental.

Por outro lado, o ionómero de vidro, segundo Schwartz & Robbins (2004) e Cheung (2005), não é recomendado para material de reconstrução de núcleo, uma vez que apresenta baixa resistência mecânica, baixo módulo de elasticidade, alta solubilidade, fraca adesão e, por estas razões, iria comprometer a reabilitação a longo prazo.

De acordo com Ricketts *et al.* (2005) uma combinação de espigão pré-fabricado com núcleo em resina composta mostrou ser mais resistente à fadiga, quando

comparada com espigões e falso coto fundidos, contudo o autor não descreve as condições do estudo realizado.

Cheung (2005) refere um estudo *in vitro*, o qual comparou resina composta, amálgama e ouro fundido como materiais de núcleo sob uma coroa. Não se encontraram diferenças significativas relativamente às características de fratura e fracasso, desde que existisse uma férula de 2 mm. Em caso de fratura, o padrão dominante foram fraturas irreparáveis, à exceção dos núcleos em compósito, cujas fraturas eram reparáveis.

3. Restauração definitiva

A restauração definitiva de dentes tratados endodonticamente tem como principais objetivos a selagem coronária (para prevenir a microinfiltração e contaminação) e a restituição da estrutura dentária perdida, protegendo a estrutura remanescente (evitando a fratura). A quantidade de estrutura dentária remanescente constitui um dos fatores que deve ser criteriosamente analisado, de forma a decidir qual a melhor opção de reabilitação (Gonzaga *et al.*, 2011). (figuras 5 e 6)

Situações clínicas em que a estrutura coronária remanescente é aproximadamente metade, a reabilitação poderá incluir a colocação de um espigão e posterior restauração direta (resina composta ou amálgama) (Gonzaga *et al.*, 2011).

Nos casos em que as cristas marginais estão mantidas e o dente apresenta câmara pulpar ampla, Gonzaga *et al.* (2011) afirma que pode optar-se por uma restauração direta, sem colocação de espigão (Gonzaga *et al.*, 2011). Um dos aspetos mais relevantes a ter em consideração na sobrevivência de dentes tratados endodonticamente consiste no recobrimento cuspídeo. Ree & Schwartz (2010) referem que a taxa de sobrevivência de dentes com recobrimento cuspídeo é 6 vezes maior, comparativamente a dentes sem recobrimento. Segundo a literatura disponível (Summitt *et al.*, 2001; Takahashi *et al.*, 2001; Cheung, 2005), para determinar a necessidade de recobrimento cuspídeo tem de se avaliar três parâmetros que aumentam a flexão das cúspides: o aumento da profundidade da cavidade (sabendo que o acesso endodôntico aumenta ao máximo este parâmetro), o istmo da cavidade (que não deve ultrapassar $\frac{1}{3}$ da distância entre as pontas das cúspides de dentes posteriores), e a quantidade de dentina interaxial remanescente.

Assim, quando é necessário o recobrimento cuspídeo, as soluções passam por recobrimentos a amálgama, restaurações indiretas parciais (*onlays*, *overlays* e coroas

parciais), ou coroas totais em metal, metalocerâmicas ou em cerâmica pura (Summitt *et al.*, 2001; Gonzaga *et al.*, 2011).

Segundo Vârlan *et al.* (2009), num estudo retrospectivo a 10 anos, dentes tratados endodonticamente que não receberam coroas após obturação, foram seis vezes mais perdidos, comparativamente a dentes onde foram colocadas coroas, o que permitiu estabelecer uma forte associação entre a colocação de coroa e a posterior sobrevivência de dentes com tratamento endodôntico. Atualmente, *onlays* e coroas totalmente em cerâmica têm sido aplicadas com muito bons resultados, contudo, também o avanço da técnica e dos materiais em resina composta permitem resultados estéticos e de boa adesão, tornando-se, assim, uma opção cada vez mais utilizada (Cheung, 2005).

Mannocci *et al.* (2002) compararam pré-molares reabilitados com espigões de fibra, cuja reabilitação alternava entre restauração direta em resina composta ou colocação de coroa total metalocerâmica. Os resultados clínicos obtidos a três anos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Na revisão sistemática de Ploumaki *et al.* (2013) comparou-se o sucesso obtido após a colocação de coroas em dentes tratados endodonticamente, utilizando, ou não, espigões. As diferenças encontradas entre os dois grupos não foram estatisticamente significativas, sendo o sucesso alcançado com espigão de 93 % e de 94% sem o mesmo, no entanto, o autor refere que os estudos são heterogêneos e o nível de evidência é considerado baixo.

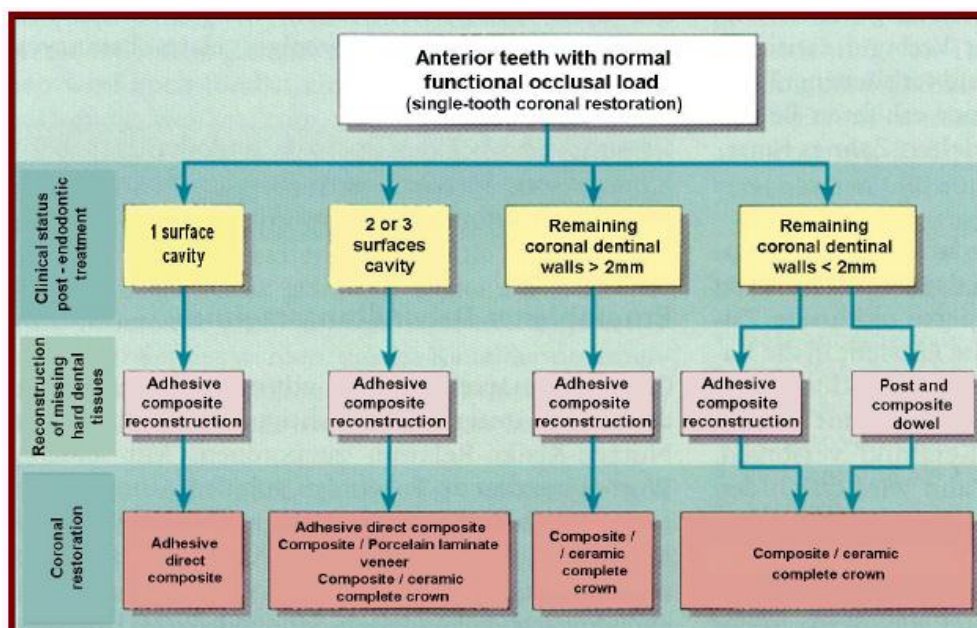


Fig. 5 – Possibilidades de restauração de dentes anteriores (Vârlan *et al.*, 2009)

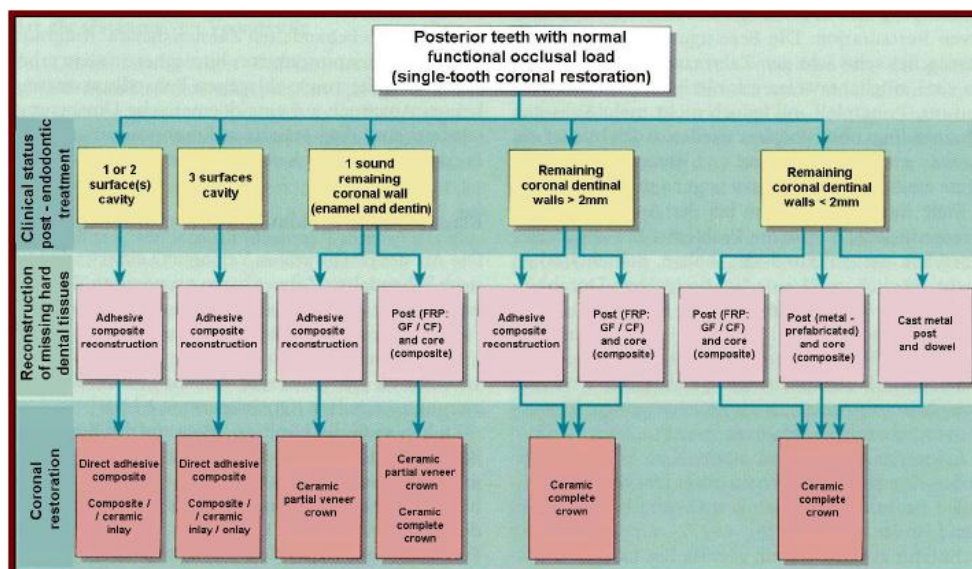


Fig. 6 – Possibilidades de restauração de dentes posteriores (Vârtan *et al.*, 2009)

D. Parâmetros de avaliação dos espigões

1. Retenção e Resistência

A retenção consiste na capacidade de um espigão resistir a forças verticais de deslocamento (Schwartz & Robbins, 2004). É influenciada pelo comprimento, diâmetro e conicidade e pelo facto de ser ativa ou passiva. Assim, aumentando o diâmetro e o comprimento do espigão pode aumentar-se a retenção, contudo, poderá haver perda exagerada de estrutura dentária, fragilizando o dente. Tal como já foi referido, relativamente à forma, espigões paralelos são mais retentivos que os espigões cónicos, bem como os ativos são mais retentivos que os passivos (Schwartz & Robbins, 2004; Cheung, 2005; Soares *et al.*, 2012).

Segundo Peroz *et al.* (2005), superfícies rugosas de espigões metálicos aumentam a retenção, podendo ser cimentados com fosfato de zinco ou com cimentos à base de resina. A cimentação adesiva pode compensar a perda de retenção de espigões mais curtos (paralelos ou cónicos), não havendo diferença significativa na retenção adesiva nos de 5mm ou 8mm de comprimento. Deste modo, e tendo em conta que este tipo de cimentação aumenta a retenção, - sendo mais importante do que a própria forma do espigão-, os autores consideraram que este deverá ser o método eleito (Peroz *et al.*, 2005).

Por outro lado, a resistência define-se pela capacidade da estrutura dentária remanescente e do espigão se oporem a forças laterais e de rotação (Schwartz & Robbins, 2004).

O estudo *in vitro* de Akkayan & Gülmez (2002) concluiu que espigões de titânio são os que apresentam valores de resistência à fratura mais baixos, e sofrem mais fraturas catastróficas; dentes reabilitados com espigões de fibra de quartzo estão associados a elevados valores de resistência à fratura; a resistência à fratura de espigões de fibras de vidro é semelhante aos de zircónia, sendo superiores aos do titânio e inferiores aos de fibra de quartzo.

Segundo Peroz *et al.* (2005) a quantidade de estrutura dentária remanescente e o efeito férula têm grande influência na resistência, enquanto a forma e o comprimento do espigão ocupam um lugar secundário. Em casos de espessura das paredes da cavidade inferior a 1 mm, a férula não irá beneficiar a resistência à fratura nem a retenção.

Varvara *et al.* (2007) num estudo *in vitro* procurou comparar a resistência à fratura e o tipo de falha em três grupos distintos quanto à sua reabilitação (grupo controlo – sem espigão, espigão fundido, espigão de fibra de carbono), variando a altura da férula (0, 2, 4 e 5 mm). O estudo conclui que, quanto maior a altura da férula, maiores foram os valores da resistência à fratura, nos três grupos considerados. Adicionalmente, os grupos reabilitados com espigão apresentaram valores de resistência à fratura superiores aos do grupo controlo, independentemente da altura da férula. Comparando os grupos dos espigões fundidos e de fibra de carbono, os primeiros apresentaram valores de resistência à fratura significativamente superiores. Esta conclusão foi igualmente assinalada por Bitter & Kielbassa (2007) e por Zhou & Wang (2013), onde fez a comparação entre estes dois espigões.

2. Insucesso

Infelizmente não existem espigões ideais e, nessa mesma medida, todos apresentam uma percentagem de insucesso (Gonzaga *et al.*, 2011).

Ferrari *et al.* (2000), num estudo retrospectivo *in vivo*, avalia a taxa de sucesso, num *follow-up* de 4 anos, entre dentes tratados endodonticamente com espigão e coroa metalocerâmica. No entanto, em metade da amostra utilizou espigões de fibra de vidro e nos restantes dentes, os espigões fundidos. A avaliação clínica e radiográfica revelou que a taxa de sucesso dos espigões de fibra era de 95%, sendo a única causa de insucesso apontada pelo autor as lesões periapicais; já no grupo de espigões fundidos houve 84% de sucesso, sendo o insucesso devido a fraturas radiculares, desadaptação da coroa e lesões periapicais.

Segundo a literatura, dentes restaurados com espigões menos rígidos, nomeadamente os de fibra, tendem a fraturar de forma recuperável. Akkayan & Gülmez (2002) demonstraram que as fraturas dos espigões de fibra de vidro e de quartzo são recuperáveis, enquanto os espigões de zircónia e titânio estavam associados a fraturas catastróficas. Igualmente de acordo com os estudos de Varvara *et al.* (2007), Bitter & Kielbassa (2007) e, posteriormente, com Zhou & Wang (2013) o insucesso relacionado com espigões fundidos é, na maioria das vezes, catastrófico (fratura oblíquas ou horizontais no terço médio radicular, ou verticais), enquanto nos espigões de fibra de carbono, as fraturas são geralmente restauráveis (fraturas no terço cervical ou nos núcleos protéticos).

De acordo com Peroz *et al.* (2005) comparando os espigões quanto à sua forma, concluiu que a taxa de falha de espigões cónicos foi 15% superior à de espigões paralelos. Segundo os seus dados, a fratura acontece mais em espigões cónicos com máxima adaptação ao canal, comparativamente a espigões paralelos rodeados de grandes quantidades de cimento. Segundo o autor, a perda de retenção foi o fracasso mais encontrado para ambos.

Relativamente à taxa de sobrevivência, Bolla *et al.* (2007) e Goodacre (2010) mostraram uma taxa de 90,5% para espigões metálicos e de 100% para os de fibra. Das 9 fraturas radiculares reportadas, todas foram em espigões metálicos fundidos. No entanto, Figueiredo *et al.* (2014) reportam uma taxa de sobrevivência de 90 % para espigões metálicos e de 83,9% para espigões de fibra. Contudo, é importante frisar a elevada heterogeneidade no tamanho das amostras, facto que nos conduz a uma avaliação cautelosa destes resultados. Dos 4750 espigões colocados, ocorreram 62 fraturas radiculares (em espigões metálicos pré-fabricados e de fibra de carbono) e 467 falhas não catastróficas (espigões de metal fundido e de fibra de carbono).

Theodosopoulou & Chochlidakis (2009) afirma que espigões de fibra de carbono apresentam melhores taxas de sucesso em relação aos espigões metálicos fundidos e aos de fibra de quartzo. Na presença de férula de 1 ou 2 mm, os espigões metálicos pré-fabricados apresentam taxas de sucesso superiores aos espigões fundidos, porém, na ausência de férula, espigões metálicos pré-fabricados também falham mais do que os fundidos. Relativamente aos espigões de fibra de vidro, conclui que estes apresentam maiores taxas de sucesso relativamente aos de fibra de quartzo, embora sejam inferiores, quando comparados com os de titânio.

Na revisão de literatura de Cagidiaco *et al.* (2008) os insucessos mais comuns relativamente aos espigões metálicos foram as fraturas radiculares, já nos espigões de fibra foram a perda de retenção. Os melhores resultados ocorreram no grupo dos espigões de fibra. Soares *et al.* (2012) acrescenta que o insucesso dos espigões de fibra pode, ainda, dever-se a microinfiltração apical, falha decorrente da cimentação ou remoção da restauração temporária.

O insucesso da reabilitação pode estar, igualmente, relacionado com o material do núcleo e, desta forma, Pilo *et al.* (2002) concluiu que, na presença de fraturas do núcleo, quando estes são em resina composta, - comparativamente ao ouro e à amálgama, - geralmente são restauráveis. (Pilo *et al.*, 2002)

3. Efeito férula

Partindo dos princípios de que a principal causa de falha em dentes tratados endodonticamente é a fratura radicular e que a resistência à mesma a forças horizontais e verticais está relacionada com a quantidade de dentina sã remanescente, torna-se preponderante avaliar essa mesma quantidade, designada de efeito férula, antes de planear a reabilitação do dente (McComb, 2008). Deste modo, quando uma coroa é cimentada a um dente com férula adequada (1,5 a 2,5 mm), a coroa e a raiz funcionam como uma unidade e as forças oclusais são transmitidas fisiologicamente ao periodonto. Em contrapartida, quando a férula existente é inadequada, as forças oclusais são transferidas diretamente ao núcleo e/ou ao espigão, o que leva ao aumento da probabilidade de fratura do dente, raiz ou do espigão ou deslocamentos do espigão (Stankiewicz & Wilson, 2002; Peroz *et al.*, 2005; McComb, 2008; Ree & Schwartz, 2010; Faria *et al.*, 2011).

Pereira *et al.* (2006) realizou um estudo onde comparou dentes tratados endodonticamente e reabilitados com espigão pré-fabricado, núcleos em compósitos e coroas metálicas, - sendo que a variável era a altura da férula (0, 1, 2, 3 mm) -, com um grupo controlo onde a férula era inexistente e eram usados espigões e falsos cotos fundidos. Assim, concluíram que a resistência à fratura aumenta significativamente com o aumento da altura da férula e que o grupo de dentes restaurados com espigões pré-fabricados mostrou uma descimentação prévia à fratura radicular, ao passo que no grupo dos espigões fundidos apenas ocorreu fratura da raiz.

Vârlan *et al.* (2009) demonstrou que a presença de estrutura coronal remanescente entre o limite da preparação e o núcleo é o fator de maior importância na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, comparativamente ao comprimento e ao tipo de espigão usado.

4. Possibilidade de retratamento

O prognóstico destes dentes depende, não só da reabilitação em si, mas também na selagem do canal, minimizando a invasão de fluidos orais e de bactérias até aos tecidos periapicais. (Peroz *et al.*, 2005) Isto porque o sistema canalar obturado pode ser recontaminado por lesão de cárie secundária, infiltração da restauração, perda da restauração provisória, uso prolongado da restauração provisória, consequência de doença periodontal, ou fratura. (AAE, 2004b) Desta forma, a literatura (Fernandes *et al.*, 2003; AAE, 2004b; Schwartz & Robbins, 2004) salienta a importância da possibilidade de remover o espigão, em casos de necessidade de retratamento endodôntico. A maioria dos espigões metálicos cimentados com fosfato de zinco podem facilmente, e de uma forma segura, ser removidos (Schwartz & Robbins, 2004). No entanto, segundo Fernandes *et al.* (2003) e Cheung (2005) se estes forem cimentados com cimentos de resina composta, a sua remoção é dificultada, devido à necessidade de se remover estrutura dentária em volta do espigão, podendo fragilizar a raiz. A remoção de espigões pode ser feita através de instrumentos rotatórios convencionais, ultrassónicos e solventes, ou através de *kits* providenciados pelos próprios fabricantes, preservando a dentina residual e diminuindo o risco de perfurações (Fernandes *et al.*, 2003).

IV. Conclusão

Apesar da reabilitação de dentes tratados endodonticamente ser considerada um tema controverso, nomeadamente quanto à colocação, ou não, de espigão intrarradicular e escolha da restauração definitiva. De forma geral, a literatura sugere que a utilização de espigões está aconselhada quando cerca de 50% da estrutura dentária da coroa foi perdida, não existindo suficiente estrutura dentária remanescente. Assim, o seu objetivo é permitir a retenção de um núcleo e futura restauração.

Independentemente das vantagens e desvantagens que os vários sistemas de espigões apresentam entre si, nenhum é considerado ideal, uma vez que todos têm associado algum insucesso. Este insucesso pode dever-se a fraturas radiculares, fraturas do espigão ou descimentação. Considerando a fratura radicular, está poderá ser recuperável, o que acontece, segundo os estudos, geralmente nos espigões de fibra, ou não recuperável, mais associada aos metálicos.

Embora os fatores referentes às características do espigão sejam considerados importantes, está demonstrado que a preservação máxima de estrutura dentária e consequente presença de efeito férula adequado (1,5 a 2,5 mm) adquirem maior relevância no sucesso a longo prazo de dentes tratados endodonticamente, influenciando também a escolha da restauração definitiva mais adequada. Quanto a este último aspeto, a literatura sugere que se houver necessidade, deverá ser feito recobrimento cuspídeo em amálgama, restaurações indiretas parciais ou, em última instância, coroas totais, as quais parecem apresentar maior sucesso, a longo prazo.

É importante realçar a necessidade de interpretar a literatura cuidadosamente, uma vez que os estudos relevam limitações. Deste modo, no futuro são necessários mais estudos randomizados e aleatorizados com *follow-up* mais prolongado para suportar as recomendações feitas ao Médico Dentista sobre qual o melhor espigão para cada situação, bem como dos fatores (tipo de espigão, material, forma, comprimento e diâmetro, estrutura dentária remanescente e dimensões da férula) que mais influenciam o prognóstico e a longevidade da reabilitação.

V. Referências Bibliográficas

1. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002; 87:431 – 437.
2. American Association of Endodontists (AAE). Restoration of Endodontically Treated Teeth: The Endodontist's Perspective, Part 1. *Endodontics: Colleagues for Excellence*. 2004a Spring/Summer.
3. American Association of Endodontists (AAE). Disassembly of Endodontically Treated Teeth: The Endodontist's Perspective, Part 2. *Endodontics: Colleagues for Excellence*. 2004b Fall/Winter.
4. Baba NZ, Golden G, Goodacre CJ. Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *J Prosthodont*. 2009 Aug; 18(6): 527 – 536.
5. Baratieri LN, Araujo EM; Monteiro S. *Advanced operative dentistry* 2nd ed. Carol Stream: Quintessence Publishing Co, Inc; 1993.
6. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J*. 2003 Jul; 195(1): 43 – 48.
7. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: A review. *American Journal of Dentistry*. 2007; 20(6): 353 – 360.
8. Bolla M, Muller-Bolla M, Borg C, Lupi-Pegurier L, Laplanche O, Leforestier E. Root canal posts for the restoration of the root filled teeth (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007 Jan; 24(1). Art No. CD004623.
9. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008 Jul-Aug; 21(4): 328 – 336.
10. Carossa S, Lombardo S, Pera P, Corsalini M, Rastello ML, Preti PG. Influence of posts and cores on light transmission through different all-ceramic crowns: spectrophotometric and clinical evaluation. *Int J Prosthodont*. 2001 Jan-Feb; 14(1): 9 – 14.
11. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc*. 2005 May; 136(5): 611 - 619.

12. Christensen GJ. Post concepts are changing. *J Am Dent Assoc.* 2004 Sep; 135(9):1308 – 1310.
13. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence International.* 2008 Feb; 39(2): 117 – 129.
14. Dikbas I, Tanalp J. An Overview of Clinical Studies on Fiber Post Systems. *The Scientific World Journal.* 2013 Oct; (23): 171380.
15. Ellner S, Bergendal T, Bergman B. Four post-and-core combinations as abutments for fixed single crowns: a prospective up to 10-year study. *Int J Prosthodont.* 2003; 16(3): 249 – 254.
16. Faria AC, Rodrigues RC, de Almeida Antunes RP, de Mattos MG, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. *J Prosthodont Res.* 2011 Apr; 55(2):69-74.
17. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: A literature review. *J Prosthet Dent.* 2003 Dec; 90(6): 556 – 562.
18. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent.* 2000 May; 13: 15B – 18B.
19. Figueiredo FE, Martins-Filho PR, Faria-e-Silva AL. Do Metal Post-retained Restorations Result in More Root Fractures than Fiber Post-retained Restorations? A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2014: Nov 11.
20. Gonzaga CC, Campos EA, Baratto-Filho F. Restoration of endodontically treated teeth. *RSBO.* 2011; Jul-Sep; 8(3): e33-46.
21. Goodacre CJ. Carbon fiber Posts may Have Fewer Failures Than Metal Posts. *J Evid Based Dent Pract.* 2010 May; 10(1): 32-34.
22. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian Dental Journal.* 2011 Jun; 56: (1Suppl): 77 – 83.
23. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2002 Apr; 87(4): 380 – 386.
24. Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast

- coverage or with direct composite restoration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002 Sep; 88(3): 297 – 301.
25. McComb D. Restoration of the Endodontically Treated Tooth. *DISPATCH*. 2008; February/March.
26. Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts. *Dent Mater*. 2007 Feb; 23(2): 138 – 144.
27. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent*. 2003 Apr; 89(4): 360 – 367.
28. Pereira JR, Ornelas F, Conti PC, do Valle CL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2006 Jan; 95(1): 50-54.
29. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. *Quintessence Int*. 2005 Oct; 36(9): 737 – 746.
30. Pilo R, Cardash HS, Levin E, Assif D. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 2002 Sep; 88(3): 302 – 306.
31. Ploumaki A, Bilkhair A, Tuna T, Stampf S, Strub JR. Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2013 Aug; 40(8): 618 – 630.
32. Ree M, Schwartz RS. The Endo-Restorative Interface: Current Concepts. *Dent Clin North Am*. 2010 Apr; 54(2): 345 – 374.
33. Ricketts DN, Tait CM, Higgins AJ. Tooth preparation for post-retained restorations. *British Dental Journal*. 2005a Apr; 198(8): 463-471.
34. Ricketts DN, Tait CM, Higgins AJ. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. *British Dental Journal*. 2005b May; 198(9): 533-541.
35. Salameh Z, Ounsi HF, Aboushelib MN, Sadig W, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars with and without glass fiber post in combination with a zirconia-ceramic crown. *J Dent*. 2008 Jul; 36(7): 513 – 519.

36. Salvi GE, Siegrist Guldener BE, Amstad T, Joss A, Lang NP. Clinical evaluation of root filled teeth restored with or without post-and-core systems in a specialist practice setting. *Int Endod J*. 2007 Mar; 40(3): 209 – 215.
37. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004 May; 30(5): 289 – 301.
38. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics* 3rd ed. Carol Stream: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997.
39. Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes MS. Longitudinal Clinical Evaluation of Post Systems: A Literature Review. *Braz Dent J*. 2012; 23(2):135 – 140.
40. Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: a literature review. *International Endodontic Journal*. 2002 Jul; 35(7): 575 – 581.
41. Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry – a contemporary approach* 2nd ed. Carol Stream: Quintessence Publishing Co, Inc; 2001.
42. Tait CM, Ricketts DN, Higgins AJ. Restoration of the root-filled tooth: pre-operative assessment. *British Dental Journal*. 2005 Apr; 198(7): 395 – 404.
43. Takahashi CU, De Cara AA, Contin I. Resistance to fracture of direct restorations with cuspal coverage in endodontically treated upper bicuspid. *Pesqui Odontol Bras*. 2001 Jul/Sep; 15(3): 247 – 251.
44. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and Reducing Risks for Potencial Fractures in Endodontically Treated Teeth. *J Endod*. 2010 Apr; 36(4): 609 – 617.
45. Theodosopoulou JN, Chochlidakis KM. A Systematic Review of Dowel (Post) and Core Materials and Systems. *Journal of Prosthodontics*. 2009 Aug; 18(6): 464 – 472.
46. Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont*. 2004 May-Jun; 17(3): 369 – 376.
47. Trushkowsky RD. Esthetic and Functional Consideration in Restoring Endodontically Treated Teeth. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr; 55(2): 403 – 410.
48. Vârlan C, Dimitriu B, Vârlan V, Bodnar D, Suciuc I. Current opinions concerning the restoration of endodontically treated teeth: basic principles. *Journal of Medicine and Life*. 2009 Apr-Jun; 2(2): 165 – 172.
49. Varvara G, Perinetti G, Di Iorio D, Murmura G, Caputi S. In vitro evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated

maxillary incisors with differing heights of residual dentin. J Prosthet Dent. 2007 Nov; 98(5): 365 – 372.

- 50.** Zhou L, Wang Q. Comparison of Fracture Resistance between Cast Posts and Fiber Posts: A Meta-analysis of Literature. J Endod. 2013 Jan; 39(1): 11 – 15.